

DOCUMENT RESUME

ED 066 960

FL 003 345

TITLE Nuevas Tendencias en la Enseñanza de las Ciencias  
(New Trends in Science Education).

INSTITUTION Oficina de Ciencias de la Unesco para America Latina,  
Montevideo (Uruguay).; Oficina Regional de Educacion  
de la Unesco para America Latina y el Caribe,  
Santiago (Chile).

SPONS AGENCY UNICEF, Oficina Regional para les Americas, Santiago  
(Chile).

PUB DATE May 71

NOTE 41p.

EDRS PRICE MF-\$0.65 HC-\$3.29

DESCRIPTORS \*Educational Improvement; Educational Objectives;  
\*Educational Planning; Instructional Materials;  
\*International Education; Middle Schools; Primary  
Grades; Research Proposals; \*Science Education;  
Science Equipment; Secondary Education; Spanish  
Speaking; Teacher Education; Teaching Methods

IDENTIFIERS \*Latin America

ABSTRACT

The concern for improving science education in Latin America is reflected in this document compiled by UNESCO offices in Chile, Uruguay, and Paris with financial support from UNICEF, and directed to Latin American science teachers. The first part deals with planning the reforms needed in science education and the practical considerations involved. The second part provides a general discussion of science education within the schools. Other topics covered here include UNESCO and UNICEF activities related to the improvement of science education in Latin America; the design; preparation, evaluation, and administration of science programs; the production, maintenance, and repair of scientific equipment; and the structure of a program for modernizing plans for scientific education. (VM)

Oficina Regional de Educación de  
la Unesco para América Latina y  
el Caribe (Santiago de Chile)

Oficina de Ciencias de la  
Unesco para América Latina  
(Montevideo)

ED 066960

**U N I C E F**  
Oficina Regional para las Américas  
(Santiago de Chile)

U.S. DEPARTMENT OF HEALTH, EDUCATION & WELFARE  
OFFICE OF EDUCATION

THIS DOCUMENT HAS BEEN REPRODUCED EXACTLY AS RECEIVED FROM THE  
PERSON OR ORGANIZATION ORIGINATING IT. POINTS OF VIEW OR OPINIONS  
STATED DO NOT NECESSARILY REPRESENT OFFICIAL OFFICE OF EDUCATION  
POSITION OR POLICY.

# NUEVAS TENDENCIAS EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

Cortesía de  
OFICINA REGIONAL DE EDUCACION DE LA  
UNESCO  
SANTIAGO - CHILE  
SERVICIO DE BIBLIOTECA Y DOCUMENTACION

FL 003 345



FILMED FROM BEST AVAILABLE COPY

AÑO INTERNACIONAL DE LA EDUCACION

1

Oficina Regional de Educación de  
la Unesco para América Latina y  
el Caribe (Santiago de Chile)

Oficina de Ciencias de la  
Unesco para América Latina  
(Montevideo)

# NUEVAS TENDENCIAS EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

AÑO INTERNACIONAL DE LA EDUCACION

MONTEVIDEO - 1970

Publicado e impreso  
en la Oficina de Ciencias de la Unesco para América Latina  
(Montevideo - Uruguay)

Mayo - 1971

**3**

## P R E A M B U L O

En el último decenio ha venido observándose en diversos países de América Latina una preocupación cada vez más intensa por mejorar la enseñanza de las ciencias, principalmente en los niveles que presentan los déficit de mayor magnitud en esta materia: la educación primaria y la educación media.

Entre las actividades que se desarrollan para alcanzar el fin señalado, las que revisten mayor interés y continuidad se orientan en dos direcciones principalmente: por una parte, la capacitación del personal docente en servicio, ofreciendo a todos los educadores la oportunidad de actualizar y mejorar su formación profesional, y por otra, la formación de grupos de trabajo que participan en el proceso de perfeccionamiento mediante el ensayo de nuevos métodos y técnicas de enseñanza. Paralelamente, se hacen esfuerzos muy loables por mejorar la infraestructura que sirve de apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje dotando a los establecimientos escolares de laboratorios y moderno material de enseñanza.

La Unesco y el Unicef que están colaborando con los Gobiernos por medio de expertos, equipos, documentación y organización de reuniones de especialistas han recogido en este campo una vasta experiencia que permite aseverar que, en muchos casos, la eficacia de los esfuerzos se resiente por la falta de publicaciones especializadas escritas en español.

Cuando la Oficina Regional de Educación de la Unesco para el Asia publicó en 1969 el Informe final preparado por un Grupo Regional de Estudios sobre los proyectos que se desarrollan en ese continente en el campo de la enseñanza de las ciencias con la cooperación de la Unesco y el Unicef, se estimó que ese documento podría ser útil también en otras regiones.

La publicación que hoy presentamos - fruto de la colaboración de las Oficinas de Educación (Santiago de Chile) y Ciencias (Montevideo) de la Unesco y de la División de Enseñanza de las Ciencias de la Unesco (París), con el valioso aporte financiero del Unicef - ofrece a los maestros latinoamericanos la oportunidad de beneficiarse de esta experiencia con las debidas adaptaciones a las características y necesidades de nuestra región.

\* \* \*

## C O N T E N I D O

PRIMERA PARTE: PLANEAMIENTO DE LA REFORMA DE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS.....	7
La estrategia de la reforma de planes de estudio.....	7
Estudios.....	9
Planeamiento.....	9
Centros de Investigación y de Desarrollo de la Educación Científica.....	10
SEGUNDA PARTE: LA CIENCIA EN LA ESCUELA.....	13
La enseñanza de la ciencia en la escuela en relación a la educación general...	13
La ciencia en la enseñanza primaria y secundaria.....	13
La enseñanza de las disciplinas científicas individuales en la enseñanza secundaria.....	15
La Física en la enseñanza secundaria.....	16
La Química en la enseñanza secundaria.....	16
La Biología en la enseñanza secundaria.....	17
La Matemática y el programa de enseñanza de ciencias.....	17
Materiales de instrucción impresos.....	18
Instrucción programada.....	20
Medios audiovisuales.....	21
Equipo.....	21
Pruebas y exámenes.....	22
Formación de profesores.....	23
Supervisores.....	25
Asociaciones profesionales de profesores de ciencia.....	26
Popularización de la ciencia: clubes de ciencia y ferias.....	26
Búsqueda de talentos.....	27
TERCERA PARTE: LA ACCION DE LA UNESCO Y EL UNICEF EN EL MEJORAMIENTO DE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EN AMERICA LATINA.....	29
Algunas iniciativas de la Unesco y el Unicef en América Latina y el Caribe....	29
Proyectos conjuntos Unesco/Unicef en la región.....	31
CUARTA PARTE: DISEÑO Y PREPARACION DE PROYECTOS	
Plan de evaluación.....	33
Planes para la administración del proyecto.....	33
Relación con otros proyectos afines.....	33
CUARTA PARTE - A : PRODUCCION, MANTENIMIENTO Y REPARACION DE EQUIPO CIENTIFICO....	34
Principios generales para el establecimiento de un proyecto de equipamiento científico.....	34

Ventajas de la producción local.....	34
Problemas de la producción local.....	35
Requerimientos básicos para iniciar la producción local de equipos.....	35
Actividades regionales.....	36
Actividades nacionales.....	37
Aprovisionamiento y distribución de materiales.....	37
Mantenimiento y reparación de materiales.....	38
<b>CUARTA PARTE - B : ESTRUCTURACION DE UN PROYECTO DE ACTUALIZACION DE LOS PLANES DE ENSEÑANZA CIENTIFICA.....</b>	<b>38</b>
Premisas de base.....	38
La concepción del proyecto.....	39
Un programa nacional para la enseñanza de las ciencias.....	39
Propósitos generales.....	39
Estudios de la situación.....	39
Objetivos específicos.....	40
Plan de operaciones y calendario de actividades.....	41
La estructura institucional.....	41
Medidas complementarias.....	42

\* \* \*

## Primera Parte

### PLANEAMIENTO DE LA REFORMA DE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

Un amplio movimiento viene desarrollándose en todo el mundo dirigido a lograr una reforma substancial en la enseñanza de las ciencias. Este movimiento implica, fundamentalmente, un cambio en la filosofía de la ciencia. En efecto, sería una apreciación de masiado simplista considerar que una reforma de la enseñanza de las ciencias consiste únicamente en una modificación de contenidos -planes y programas- y en cambiar, la importancia atribuida a los diversos aspectos del quehacer didáctico. Si bien en toda reforma están implícitos - como una de sus consecuencias naturales - cambio: en los dos aspectos mencionados, ellos solos no alcanzan para constituir, realmente, una reforma de la enseñanza.

2. El cambio en la enseñanza de las ciencias es, fundamentalmente, de carácter filosófico: no es sólo un cambio de técnicas, no es una incorporación de tácticas, no es una simple revisión de los temas; en una palabra, no apunta a aspectos particulares del problema, sino que incide en la concepción global de la enseñanza de las ciencias.

No se quiere seguir considerándola como un repertorio de respuestas prefabricadas que los alumnos deben aprender, uniformemente, para enfrentar el repertorio correlativo de problemas también prefabricados. Por el contrario, hay que reconocer que, frente a un problema, puede haber varias respuestas y que puede haber más de una interpretación para las experiencias que se observan. En consecuencia, se plantea como necesario brindar a los jóvenes oportunidades de ampliar su información experimental respecto a los fenómenos naturales y enseñarles a que ellos mismos los interpreten y busquen una explicación; que la explicación de las experiencias y las soluciones de los problemas sean un permanente desafío a la curiosidad juvenil y a su capacidad intelectual.

3. *La estrategia de la reforma de planes de estudio*

a) El primer paso es lograr una decisión a nivel gubernamental para instituir la reforma de la enseñanza.

b) Debe seguir el estudio de la situación existente en forma tal que haga posible determinar, en todos los niveles de la enseñanza, las necesidades futuras.

c) Los resultados de este estudio permitirán establecer, en relación a la situación particular en consideración, los objetivos perseguidos.

4. Estos objetivos deben ser definidos operacionalmente en función de la realidad nacional de cada país.

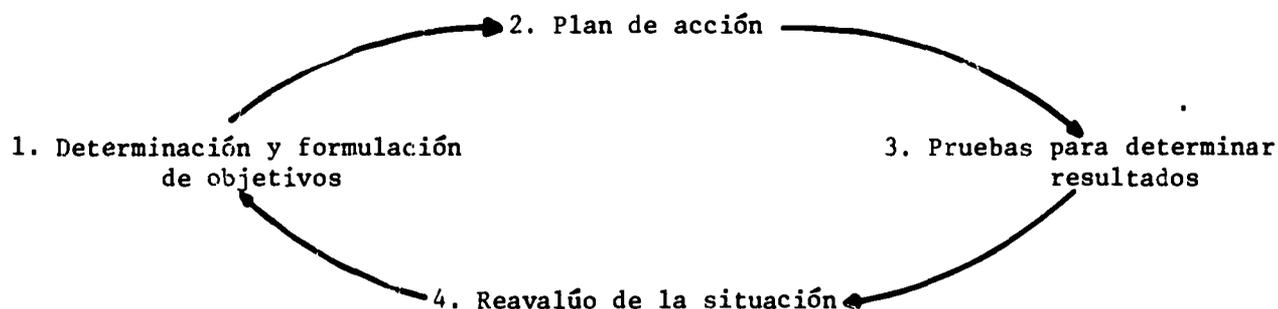
Los contenidos de los cursos deben ser estructurados enseguida de acuerdo con dichos objetivos teniendo en cuenta las modalidades según las cuales los niños aprenden y son motivados.

Deben tenerse en cuenta, por otra parte, factores que pueden ser limitantes tales como: disponibilidad de recursos económicos; grado de flexibilidad de las organizaciones administrativas; formas de reacción y aceptación de alumnos, padres y maestros; disponibilidad de tiempo, de recursos humanos y materiales y de espacio.

5. Solamente después de cumplidos estos requisitos será posible iniciar la concre-

ción del plan en aspectos tales como la producción de materiales de enseñanza, incluyendo equipos, planes para la formación y para el perfeccionamiento de profesores, para la organización de la supervisión y para la evaluación de la enseñanza.

6. La etapa siguiente está constituida por un proceso continuo de cambios en los planes de estudio y en su contenido provocados por su interrelación con los cambios en la sociedad, en el pensamiento científico y técnico y en las fronteras de la ciencia misma. Estos cambios pueden conducir a la modificación de los objetivos originales o aún al reconocimiento de nuevos objetivos y de esta manera el proceso continúa y evoluciona. El proceso general anteriormente esbozado puede esquematizarse en el siguiente diagrama:



7. La reforma de planes de estudio puede implicar, frecuentemente, la elaboración de proyectos en amplia escala. En este caso resulta posible obtener un impacto importante sobre todo el sistema educativo y promover el interés inmediato de los administradores de la educación. Este planteo es particularmente adecuado para aquellos países que ya disponen, en el momento de la reforma, de un cuerpo numeroso de personal competente. La estrategia para un programa de este tipo puede consistir en el aprovechamiento de grupos de maestros altamente capacitados en áreas donde el trabajo ya ha comenzado.

8. En cambio, en algunos países pueden resultar más apropiados los programas de reforma a escala reducida cuyo desarrollo se centraliza en grupos de docentes altamente calificados. Estos tipos de programas de reforma montados en pequeña extensión podrían preparar el camino para futuros programas de mayor envergadura y con una mayor área de aplicación.

9. Las organizaciones que dentro de cada país tienen la responsabilidad de su desarrollo económico y educativo deben trabajar en colaboración para llevar a cabo el estudio, el planeamiento y la evaluación de los proyectos. Es necesario a este respecto que las agencias de las Naciones Unidas proporcionen a los países interesados las pautas para llevar a cabo los tres aspectos mencionados de los proyectos: estudio, planeamiento y evaluación, y que presten la necesaria ayuda en el problema de becas y en la realización de cursos.

10. Es necesario ayudar a los gobiernos a que intensifiquen sus procedimientos de evaluación y que los sometan a revisión, cada vez que sea necesario, para adecuarlos a las necesidades que plantean las situaciones en desarrollo. El órgano responsable de la realización del proyecto debe proceder a una evaluación continua del mismo.

Cuando los gobiernos crean necesarios criterios de evaluación externos al proyecto podrán montar organismos encargados de esta tarea al margen de los que ya integran el proyecto mismo.

### Estudios

11. Los estudios previos a la estructuración de un proyecto son particularmente importantes. En relación con ellos deben tenerse en cuenta los siguientes puntos:

a) Los formularios que se envíen para recoger la información deben contener rubros apropiados de manera que su respuesta contribuya a la determinación de criterios esenciales para el planeamiento de proyectos en educación científica.

b) Es necesario que estos formularios sean diseñados de manera que no impidan la inclusión de información adicional que pueda resultar de utilidad.

c) La terminología usada en los formularios debe ser precisamente definida. Debe resultar claro, por ejemplo, determinar si el término "laboratorio" significa una unidad completamente equipada o si se refiere simplemente a un aula en la que puede haber algunas sustancias químicas y algunos aparatos sueltos.

d) Cuando sea posible, conviene tener la oportunidad para explicar el contenido de los formularios al personal de la institución que lo recibirá. El personal responsable de evaluar la información tendría que recibir algún entrenamiento respecto al manejo de los datos.

e) En todo estudio de este tipo es necesario hacer llegar a los interesados ejemplares de formularios contestados.

f) Especialistas en administración y estadísticos pueden asesorar en la confección de los formularios y pueden también intervenir en la tarea de entrenar a las personas que los contestarán y en la verificación de la validez de los resultados.

### Planeamiento

12. Los cambios parciales e independientes que no forman parte de un plan general conducen muy probablemente, a frustraciones y a fracasos costosos. Pues, no debe olvidarse que:

a) La reforma de la enseñanza de la ciencia en un país debe estar en relación con su plan nacional de desarrollo.

b) Todo cambio en los planes de estudio en ciencia hará sentir su influencia no solamente sobre el resto del sistema educativo, sino también sobre todo el sistema social.

13. Para lograr los cambios necesarios el gobierno debe crear las estructuras pertinentes, así como suministrar el apoyo necesario en la forma más amplia.

Ejemplos de una tal ayuda son:

a) La creación de importantes dependencias en los ministerios y en los departamentos de educación con grupos de asesores formados por docentes, investigadores, científicos vinculados a la industria, empresarios e instructores.

b) Creación de incentivos y de reconocimientos, como ser el otorgamiento de premios y distinciones, al más alto nivel nacional, a las personas que han contribuido en la forma más efectiva en el mejoramiento de la enseñanza de las ciencias.

14. Todos los aspectos de la enseñanza de las ciencias deben ser cuidadosamente plani

ficados atendiendo a las sucesivas etapas de su desarrollo en el tiempo. Todo programa incluirá las etapas de ejecución, de evaluación y de modificaciones indicadas por las evaluaciones periódicas. El plan estructurado debe incluir el proceso constante de su revisión.

En particular, las consideraciones a que puede dar lugar pueden conducir, no solamente al ajuste de los esquemas existentes, sino que pueden llevar a la estructuración de programas completamente nuevos.

Los siguientes aspectos del planeamiento deben ser tenidos en cuenta:

- a) Coordinación de los diversos organismos que participarán en el programa.
- b) Desarrollo de los planes de estudio (es decir traducción e incorporación de los objetivos bajo forma de experiencias de enseñanza y de aprendizaje en el aula).
- c) Aprobación de los planes de estudio.
- d) Supervisión del plan en su totalidad.
- e) Orientación a los administradores.
- f) Programas de formación y de perfeccionamiento del personal docente (incluyendo programas para los maestros encargados de la administración).
- g) Prosección del plan en todos sus aspectos incluyendo supervisión, relaciones públicas (relación con la comunidad) y servicios de extensión encargados de la divulgación de nuevos conocimientos.
- h) Exámenes y otros procedimientos de evaluación de la labor del estudiante.
- i) Necesidades financieras y personal requerido.

Estos aspectos están resumidos en el diagrama de la página siguiente.

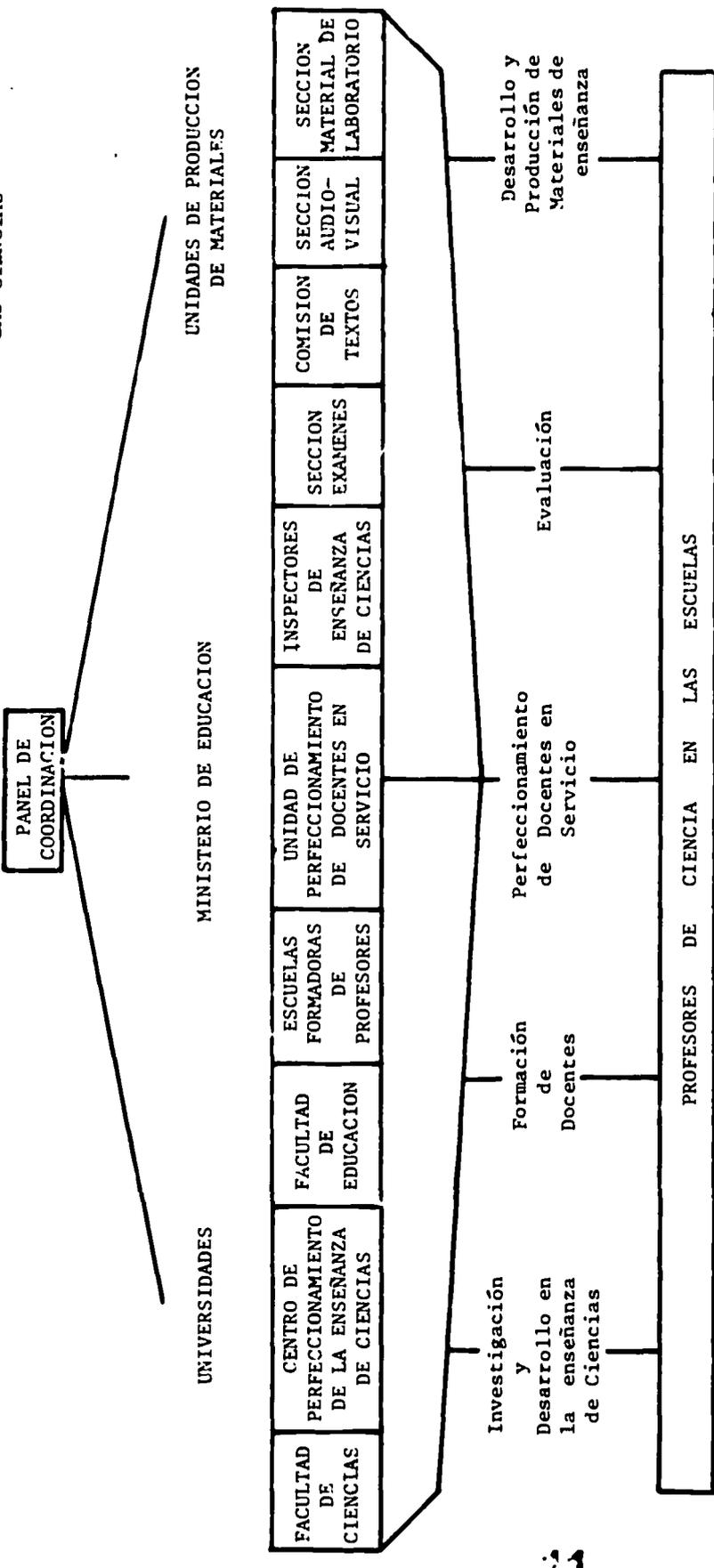
#### *Centros de Investigación y de Desarrollo de la Educación Científica*

15. En unos pocos centros en el mundo se llevan a cabo, actualmente, las investigaciones relativas a la educación científica y a los planes de estudio en ciencia. Esas investigaciones están dirigidas a la metodología de la enseñanza y al estudio de las técnicas a emplear en el quehacer didáctico. Importantes resultados - de verdadera significación universal - se han obtenido en este terreno en los últimos años.

16. Para que los resultados de estas investigaciones puedan ser llevados a las escuelas, es necesario darles la forma operacional necesaria que permita incorporarlos al trabajo en el aula. La atención permanente y sistemática de esta importante y no siempre fácil tarea se logra, en forma adecuada, confiándola a centros especiales organizados para ese fin. En consecuencia, los programas de ayuda de las agencias especializadas que colaboran en los planes de reforma de educación científica, deben contemplar la necesidad de la creación de tales centros especializados y disponer los medios para hacer posible su funcionamiento.

Es necesario modificar el trabajo que se realiza en el aula hasta lograr que pueda ser aprovechado por el alumno normal guiado por el común de los profesores y en forma tal que pueda asegurarse la obtención de resultados significativos. El tratamiento de un tema dentro de un programa de estudio debe ser probado y experimentado en las con

ELEMENTOS QUE INTEGRAN UN SISTEMA DE EDUCACION Y QUE INCIDEN EN EL MEJORAMIENTO DE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS



diciones normales de trabajo en la clase. Y en lo que respecta a un programa completo, seguramente serán necesarios varios años de experimentación para poder tener la certeza de que han sido alcanzados sus objetivos.

17. La existencia de centros nacionales de desarrollo será una necesidad de carácter general. Pues, solamente en un centro de este carácter y de nivel nacional, pueden tenerse en cuenta tantas y tan variadas condiciones como: La formación que traen los estudiantes y los profesores, el idioma, disponibilidad de materiales, el sistema educativo en general, etc. todos los cuales inciden en la estructuración de un programa escolar de enseñanza de ciencias con pretensiones de ser efectivamente realizable.

18. Por otra parte, es natural que un buen centro nacional de desarrollo, del tipo indicado, no limitará su tarea a experimentar con los resultados logrados en otras partes, sino que deberá llevar a cabo también tareas de investigación destinadas a resolver los problemas específicos propios que se presenten en su acción. De esta manera puede transformarse en un centro de interés para otros países de su región. Algunos de estos centros han trabajado ya en esta forma, en Asia por ejemplo, y han adquirido significación regional.

19. Conjuntamente con el apoyo iricial para incrementar la actividad de estos centros a nivel nacional, la ayuda internacional puede ser, también, particularmente indicada para permitirles atender tareas de carácter regional como ser: difusión de materiales a través de la región, facilidades para el personal visitante, organización de seminarios regionales y atención de algunos servicios tales como formación de personal de otros países de la región, etc.

\* \* \*

## Segunda Parte

### LA CIENCIA EN LA ESCUELA

#### *La enseñanza de la ciencia en la escuela en relación a la educación general*

1. Es un hecho aceptado que la finalidad de la enseñanza de la ciencia no queda reducida al aprendizaje de un tema determinado y aislado dentro de un determinado plan de estudio, sino que ella es muchísimo más amplia, al punto de considerársele como uno de los medios más apropiados de que se dispone para educar al niño; es decir, no se está, únicamente, enseñando alguna ciencia al niño, sino que se le está educando por medio de la ciencia.
2. Los objetivos que se propone la educación actual y que pueden ser alcanzados a través de la enseñanza de la ciencia pueden dividirse en dos grupos, según que se considere al niño: *como individuo o en relación a su futuro en la sociedad.*

Dentro de estos dos grupos, pueden precisarse los siguientes objetivos:

En su calidad de individuo, la educación científica debe conducirlo a:

- a) La adquisición de conceptos científicos correctos y de un conocimiento operacional de la ciencia de forma tal que integre realmente su cultura;
- b) Desarrollar su capacidad intelectual y sus habilidades psicomotoras;
- c) Asumir actitudes científicas.

Considerado como integrante de una sociedad, esa educación debe capacitarlo para:

- a) Adaptarse a los cambios de la sociedad en que vive;
- b) Tener confianza en sí mismo y tomar decisiones cuando las circunstancias lo exijan;
- c) Continuar - a lo largo de toda su vida - incrementando sus conocimientos a través de una reacción inteligente frente a su medio ambiente;
- d) Desarrollar un espíritu inquisitivo y crítico;
- e) Sostener una actitud de permanente cooperación para el trabajo o la actividad en común con sus semejantes.

#### *La ciencia en la enseñanza primaria y secundaria*

3. La enseñanza de la ciencia debe comenzar en las etapas más tempranas de la educación, preferentemente en el primer año. En los primeros grados ella puede impartirse bajo la forma de una introducción informal a temas, a actividades y a experiencias relacionadas con la ciencia. Este temperamento cobra su mayor importancia en aquellos países en los que la pirámide de la población escolar se afina rápidamente a partir de una amplia base. Para muchos alumnos, en estos casos, la ciencia de la escuela primaria puede ser la única que ellos reciben

4. Al considerar la introducción de la reforma de los planes de ciencia en la enseñanza primaria, debe colocarse el énfasis sobre los objetivos indicados en el párrafo 2 tomando en cuenta los antecedentes, el desarrollo psicológico, la madurez y las capacidades idiomáticas del niño, así como, también, la disponibilidad de maestros, de materiales de enseñanza y de equipos.

5. Teniendo en cuenta la importancia del medio ambiente en la determinación de la dirección a imprimir a la reforma de planes, los principales temas de ciencia deben estar apoyados en situaciones familiares a los alumnos. Es particularmente importante que en los casos en los que una gran proporción de la población escolar provenga de áreas rurales, la ciencia en la escuela primaria se refiera a temas que son básicos para el desarrollo rural, tales como la salubridad, el desarrollo y aprovechamiento de la agricultura local y la explotación y conservación de los recursos naturales.

6. El equipo para la enseñanza de la ciencia en la escuela primaria debe ser de bajo costo e integrado por elementos familiares para el alumno. En varios países se han diseñado diferentes formas de "Kits" de ciencia, es decir de pequeños equipos científicos, contruidos con materiales sencillos que invitan al alumno a realizar las experiencias prescriptas y a resolver los pequeños problemas que se le plantean. Se acondicionan, en general, en cajas para facilitar su transporte y su conservación. Son de bajo costo y de fácil obtención en algunos países, como Brasil. En América Latina se está generalizando el nombre de "mini-equipos" como traducción de la palabra inglesa "Kit". Deben introducirse, también, en la escuela primaria los juegos basados en procesos científicos (tanto mentales como manuales), dada la importancia que ellos tienen para el desarrollo de la destreza manual y de la habilidad de razonar. Los materiales correspondientes deben ser de origen local y deben ilustrar ejemplos del método científico de trabajar y pensar.

7. Es necesario definir los términos que se usan comúnmente para describir el tipo de ciencia que se enseña en el primer ciclo de la enseñanza secundaria. Así, con el rótulo de "Ciencia General" se designa, generalmente, a un tipo de curso científicamente integrado con nociones provenientes de distintas disciplinas científicas, como ser: física, química, biología, ciencias de la tierra y del espacio. Consideraciones científicas y consideraciones educativas están provocando este tipo de ensayos tendientes a hacer resaltar las interrelaciones entre estas disciplinas. Con el nombre de *ciencia integrada*, a la que se le viene prestando creciente atención, se designa un curso que considera temas provenientes de todas las disciplinas científicas con la finalidad de tratar ciertos temas básicos comunes a varias ciencias procurando, con este tipo de cursos, fomentar la adquisición por el alumno de actitudes y habilidades.

8. En la mayoría de los casos resulta conveniente la introducción de alguna forma de este tipo de curso de ciencia general integrada en el primero, segundo o tercer año de enseñanza secundaria. El nivel al cual puede colocarse el desarrollo de tales cursos está limitado, fundamentalmente, por la calidad del personal docente disponible para atenderlos y por la calidad de los materiales de aprendizaje disponibles. Ello hace necesario que en las escuelas normales se atienda a la preparación de profesores capacitados para hacer posible este enfoque ampliado e integrado de la enseñanza científica.

9. En los años más elementales de la educación secundaria los cursos de ciencia deben impartirse en forma general a todos los alumnos pues, en esta etapa la diferenciación entre futuros especialistas y no especialistas en ciencia no ha comenzado todavía. El grupo de los llamados no especialistas puede incluir a aquellos estudiantes que se decidirán por carreras en campos tales como la administración, la industria y el servicio público.

No obstante, los cursos de ciencia deben capacitar a todos los alumnos para la com

comprensión de los principios básicos de la ciencia y familiarizarlos con un amplio campo de sus aplicaciones. Deben conducirlos, también, a reconocer el significado que la ciencia y sus aplicaciones tienen para la sociedad que integran.

10. El programa de la UNESCO incluye, a partir de 1969, disposiciones dirigidas a apoyar proyectos de desarrollo de la enseñanza integrada de las ciencias en los niveles elementales y a promover reformas en esa rama de la enseñanza en la escuela primaria y en los primeros años de la enseñanza secundaria. Recursos del UNICEF están siendo utilizados también para extender los alcances de esta acción.

Estos proyectos ponen énfasis en cuatro principios fundamentales acordes con el enfoque moderno de la enseñanza científica:

a) Las bases físicas y psicológicas para la enseñanza de la ciencia a nivel elemental;

b) Las habilidades y procedimientos fundamentales comprendidos en el "quehacer científico";

c) Los conceptos científicos generales y básicos necesarios para la comprensión de la ciencia;

d) La significación que la enseñanza científica tiene para la situación económica y social del medio local.

Los proyectos incluían como actividades a desarrollar en los países participantes, las siguientes:

a) Distribución de información referente a los cursos modernos de ciencia integrada que se están llevando a cabo en varias partes del mundo;

b) Experimentación intensiva, diseño, desarrollo y producción de recursos materiales para la enseñanza de la ciencia, tales como material impreso para profesores y alumnos, aparatos y otras ayudas audiovisuales;

c) Ensayos de estos nuevos materiales y su adaptación para el uso en las escuelas;

d) Elaboración de un nuevo tipo activo de cursos para profesores en servicio y de cursos para profesores en formación.

#### *La enseñanza de las disciplinas científicas individuales en la enseñanza secundaria*

11. En un buen número de países, especialmente en los países en desarrollo, la organización de la enseñanza permite que muchos alumnos estudien disciplinas científicas separadas antes de llegar a los últimos grados, aún cuando la mayoría de ellos no sigan cursos científicos de nivel más elevado.

Pueden indicarse, en general, tres categorías de alumnos:

a) Aquéllos que abandonarán la escuela al finalizar el ciclo secundario, o que seguirán estudios no científicos a nivel universitario (que es el caso del mayor número de alumnos). En algunos países, estos estudiantes completarán su educación secundaria con algún tipo de cursos de ciencia;

b) Aquéllos que seguirán cursos científicos en el tercer nivel (caso de la mayoría). El nivel al cual se intenta seleccionar a estos alumnos varía según los países.

c) Una tercera categoría de alumnos ha sido definida en algunos países y es la formada por alumnos particularmente dotados seleccionados a través de varios sistemas especialmente montados para individualizar jóvenes de talento.

12. En forma especial en enseñanza secundaria resulta necesario consultar a las universidades para recabar su asesoramiento respecto al contenido de los cursos de ciencia; pero se reconoce ahora que es necesario, también, hacer que las universidades tomen un papel más activo respecto a la educación científica en las escuelas.

Otras instituciones profesionales, así como investigadores y científicos vinculados a la industria deben prestar, también, su colaboración en esta tarea.

La formulación efectiva de un plan de estudios puede verse facilitada por la participación activa de profesores universitarios y de investigadores que trabajen en estrecha colaboración con docentes y con profesores de escuelas normales en las diversas etapas del proceso total de desarrollo de programas, de redacción de textos, de evaluación de resultados, etc. En algunos países esta forma de trabajo en equipo fue ensayada exitosamente.

#### *La Física en la enseñanza secundaria*

13. La Física juega un papel especial en el proceso de la enseñanza científica, pues muchos de los conceptos que son básicos para las otras disciplinas provienen de la Física. En consecuencia, ciertos conocimientos de esta ciencia deben ser introducidos en los cursos científicos tan tempranamente como sea posible de manera que pueda disponerse de los elementos que son fundamentales para el estudio de las otras disciplinas del plan de estudio.

14. El hecho que principios básicos de la Física pueden ilustrarse con equipo fácilmente improvisado y con elementos y materiales comunes, facilita la realización de actividades experimentales y posibilita el consecuente desarrollo del espíritu de investigación.

Frecuentemente, los modelos simples de equipos construidos por el profesor y / o por los estudiantes, resultan más eficaces en el aspecto experimental de la enseñanza que los equipos especiales pre-fabricados, aún cuando ello signifique el sacrificio parcial de precisión y de exactitud.

En todo programa de formación de profesores debe incluirse el entrenamiento en la construcción de aparatos simples y en el mantenimiento de equipos. Es necesario incitar y alentar a los profesores en la preparación de materiales que den expresión material a sus propias ideas en relación con la didáctica de un tema.

15. El costo de algunos de los equipos más complejos podría significar una limitación del nivel al que podría enseñarse la Física en la enseñanza secundaria. Si, por ejemplo, temas tales como la masa del electrón, su carga, etc., deben ser parte de la formación experimental de los alumnos en un determinado curso, los gastos que signifiquen los equipos necesarios para tales experiencias deben ser autorizados y atendidos.

#### *La Química en la enseñanza secundaria*

16. Hay acuerdo en reconocer que el enfoque con que actualmente se consideran las estructuras y los procesos químicos resulta más adecuado para la enseñanza de la Química.

Con carácter general conviene tener presente que:

a) Todo estudiante debe ser enfrentado con situaciones químicas que tienen importancia y significado para su vida (por ejemplo, combustión, corrosión, crecimiento, digestión, etc. y los procesos químicos a ellas asociados), junto con temas de importancia práctica (por ejemplo, plásticos, fibras artificiales, etc.).

b) Aquellos alumnos que seguirán, probablemente, estudiando Química a nivel universitario tienen que considerar la estructura de esta ciencia a través de cinco o seis temas (por ejemplo, equilibrio químico, teoría cinética, etc.) en los cuales aquella estructura está claramente representada.

17. Si en esta etapa de los estudios no se sabe qué alumnos seguirán estudios especializados de Química y quiénes no, se hace necesario un programa único de naturaleza tal que contemple al máximo las necesidades de ambos grupos.

#### *La Biología en la enseñanza secundaria*

18. La Biología es una ciencia de la vida y como tal debe usar en la mayor medida posible las comunidades vivientes cercadas a la escuela, ya estén éstas en el mar, en los bosques, jardines o en los lagos y corrientes de agua dulce.

19. Un concepto que debe estar claramente presente en todo curso de Biología es el de la aplicación de la estadística al procesamiento de los datos experimentales (por ejemplo, estudios de poblaciones, genética, etc.). Como la Física y la Química, la Biología brinda una oportunidad más para ilustrar la necesidad de controles en la organiza-  
ción y realización de experiencias.

20. La enseñanza de la Biología puede encararse desde tres puntos de vista y la mayoría de los cursos son el resultado de la combinación de estos enfoques con variantes respecto al énfasis dado a cada uno de ellos.

a) El enfoque ecológico ha sido ampliamente destacado en los cursos modernos. Las variaciones que presentan los ecosistemas con las regiones hacen necesario que se estructuren secuencias paralelas, en los planes de estudio, de manera que en todas estén considerados los mismos temas básicos.

b) El punto de vista fisiológico que se ocupa de la organización general y de las funciones de los organismos vivos.

c) Enfoque bioquímico. Se ha observado que los programas estructurados en esta línea dan resultados satisfactorios solamente para los estudiantes más capaces.

21. No es conveniente una presentación prematura de sistemáticas y clasificaciones formales. El concepto de clasificación es más importante que la memorización de un sistema determinado.

#### *La Matemática y el programa de enseñanza de ciencias*

22. La absoluta dependencia de la ciencia respecto de la Matemática hace particular-  
mente importante para la enseñanza científica la correlación entre ellas.

En lo concerniente específicamente al uso de la Matemática deben tenerse en cuenta los siguientes puntos:

a) La capacidad para manejar las relaciones matemáticas es esencial tanto para el futuro científico como para el alumno que probablemente abandonará la escuela;

b) La precisión en las medidas, la determinación del significado de los datos numéricos y operaciones tales como estimaciones de precisión y de error son elementos básicos para la comprensión de la Matemática y de sus posibilidades de aplicación en las ciencias experimentales;

c) La creciente importancia atribuida al uso de la estadística y del cálculo de probabilidades en la enseñanza científica moderna debe aparecer reflejada en los programas actuales de Matemática;

d) Las ideas y métodos enseñados a través de la nueva Matemática (tales como modelos de la teoría de conjuntos, funciones, métodos de deducción) deben ayudar al niño en la adquisición de conceptos científicos a temprana edad.

23. Se podrán evitar muchas dificultades en la introducción de la nueva matemática, comenzando con esa introducción en la escuela primaria, pero a condición que los maestros estén adecuadamente preparados para trabajar dentro de los nuevos enfoques y empleando los nuevos conceptos.

#### *Materiales de instrucción impresos*

24. Los textos preparados para tratar cada uno de los temas del programa significan un apoyo para el profesor y una ayuda para el trabajo individual del alumno. Pero si esos textos presentan los temas científicos a través de la experiencia de los alumnos íntimamente vinculada a su medio ambiente, resultarán apropiados solamente para la localidad considerada.

Aún cuando el texto sea adecuado, si el profesor lo sigue servilmente en su trabajo en clase, su enseñanza acusará una rigidez completamente en desacuerdo con la filosofía que sostiene la moderna enseñanza de la ciencia.

25. Cuando se prepare un determinado texto moderno, debe estructurarse dentro del espíritu de investigación que caracteriza ahora a la enseñanza científica apartándose de las características que la costumbre ha dado a los textos tradicionales. El texto debe exigir al niño la realización de algunas investigaciones simples y debe capacitarlo para que pueda manejar otros materiales de lectura que faciliten su aprendizaje dentro de la filosofía que informa la moderna enseñanza de la ciencia.

26. El texto único debe ser suplementado (e incluso, en ciertas circunstancias reemplazado) con una bibliografía estructurada en base a pequeños libros de bajo costo y de fácil lectura que complementarían el proceso educativo en varios aspectos, como:

a) Refuerzo del aprendizaje por medio de:

- 1) Repetición de ciertos temas cuya explicación ofrece dificultades al maestro de nivel corriente;
- 2) Presentación de ejemplos diferentes de los considerados en clase;
- 3) Consideración desde un punto de vista diferente de los temas considerados;
- 4) Presentación de series de temas de revisión;
- 5) Vinculación de los temas de un programa con los otros cursos del plan de estudio;
- 6) Referencia del contenido de los programas con las situaciones cotidianas que se presentan en el medio ambiente de los alumnos.

b) Extensión del contenido del programa a través de:

- 1) Tratamiento del tema en un contexto general algo más elevado;

2) Suministro de información básica respecto a campos de vinculación tangencial con el curso.

c) Referencias respecto al programa brindado:

1) Información vinculada a los temas del curso.

27. En algunos cursos de enseñanza científica se han incorporado hojas de trabajo para los alumnos. La hoja de trabajo correspondiente a un tema determinado se presenta al comienzo de la lección. Los alumnos llenan sus blancos con los resultados que han obtenido y escriben sus conclusiones; establecen, después, el registro de los resultados que cada uno ha obtenido.

28. Las guías para el profesor son reconocidas como un material de referencia útil para el docente. Deben estar estructuradas de manera que resulte imposible extraer de su contenido lecciones prefabricadas que se pretendan imponer, después, a los alumnos en la clase. Tales guías deben tener por finalidades, entre otras:

- a) Aclarar el contenido del curso;
- b) Presentar su filosofía;
- c) Establecer claramente los objetivos perseguidos con cada lección o grupo de lecciones;
- d) Sugerir caminos para superar las dificultades que pudiesen surgir en relación con ciertos temas en lo que respecta a su contenido, a la organización de la clase y a la evaluación de resultados;
- e) Señalar las vinculaciones con otros campos científicos y presentar los conceptos importantes a un nivel más elevado y en forma más completa, manteniendo siempre la adecuada vinculación con las características generales del curso.

29. La redacción de un texto o de un conjunto de textos es, esencialmente, un trabajo de equipo y debe estar estrechamente vinculado con el planeamiento y la estructuración de un nuevo plan de estudio. El equipo redactor debe incluir representantes de universidades, profesores de escuelas normales y profesores experimentados que estén en actividad en la docencia.

30. Los problemas que presenta la traducción al idioma nativo de los manuales científicos necesitan cuidadosa consideración. Uno de los problemas importantes es el empleo de un preciso y adecuado vocabulario. Los términos que se tomen de la lengua materna deben ser suficientemente precisos para que puedan ser usados en la comunicación científica.

En lo que respecta a los nuevos términos que es necesario incorporar es conveniente - como norma general - recurrir a la nomenclatura internacional.

Es deseable que las unidades internacionales de medida sean usadas, particularmente, en la escuela secundaria.

Cuando se introduzcan nuevos términos científicos ellos deben derivar - preferentemente - de los conceptos básicos.

Los términos usados para designar conceptos relacionados deben vincularse con los términos usados para los conceptos fundamentales, de manera que se llegue a constituir una nomenclatura coherente.

Los comités encargados de establecer la nomenclatura deben incluir expertos científicos, tanto desde el punto de vista técnico como didáctico, así como también, expertos en idiomas.

### *Instrucción programada*

31. Dentro de esta nueva técnica de enseñanza se han desarrollado programas, tanto de tipo lineal como ramificado, con las características siguientes:

a) Únicamente en forma de textos;

b) En forma de textos pero incluyendo actividad experimental por parte de los estudiantes (como por ejemplo, en los proyectos de la UNESCO para Física y Química);

c) En forma verbal, pero usando una cinta grabada como medio de instrucción (como por ejemplo, el Programa de Biología de la Pennsylvania State University).

Es necesario destacar - dada la frecuencia con que se asocia este tipo de enseñanza con las máquinas - que hay muchas formas de instrucción programada que no dependen del uso de ningún tipo de dispositivos mecánicos para su presentación.

32. Aún cuando la instrucción programada no sea intensivamente usada, todavía, en las escuelas la redacción de material programado como parte del programa de estudios en la formación del profesor le significará un valioso ejercicio para entrenarlo en la estructuración de sus lecciones.

En los cursos de formación y de perfeccionamiento de docentes, la instrucción programada puede ser útil en la tarea de actualización del conocimiento científico de los maestros, ahorrando así un tiempo valioso que puede ser dedicado a la metodología.

### *Medios audiovisuales*

33. Existe un reconocimiento creciente respecto a la ayuda que los medios audiovisuales pueden agregar a la variedad de enfoques con que un tema puede ser tratado en la clase, aumentando la eficacia de la enseñanza.

Sin embargo, estos recursos didácticos no son usados con la amplitud que podrían serlo en la mayoría de los centros de enseñanza; ello es debido, particularmente, a la falta de una organización adecuada.

No obstante, en algunas escuelas normales se han producido materiales audiovisuales eficaces, tales como "film loops", transparencias (diapositivas) para proyectores de pantalla, diapositivas, filmes, etc.

34. Los medios audiovisuales no deben ser considerados como simples agregados fortuitos o accidentales a la enseñanza, sino como una de las pautas integrantes de la técnica de instrucción. Es en base a este reconocimiento que las posibilidades para el empleo de medios audiovisuales adecuados para la enseñanza deben ser explorados y evaluados durante la redacción de nuevos programas.

35. Los medios audiovisuales pueden ser un elemento complementario para el trabajo de los profesores competentes y constituyen un componente valioso para hacerlo más efectivo.

En regiones donde faltan profesores con capacitación adecuada y amplia, medios tales como la radio y la televisión pueden emplearse para tratar temas que estén fuera

de los conocimientos científicos que posee.

El tiempo que, en general, insume un film perturba el ritmo normal de las clases; en cambio los "filmstrips", los "film loops" y las transparencias pueden insertarse más fácilmente en el desarrollo de un tema.

Los programas de radio y televisión pueden constituir valiosos medios para ampliar los conocimientos de los alumnos brindándoles, por este camino, la oportunidad de ampliar su información científica. Es posible, también, preparar programas que se integren con la enseñanza en clase.

36. El uso de los medios audiovisuales está, frecuentemente, limitado por las causas siguientes:

- a) motivos económicos;
- b) problemas de mantenimiento de equipo y obtención de repuestos;
- c) negativa de muchos profesores a aceptar responsabilidades por equipos costosos;
- d) falta de confianza en el uso de recursos de tipo mecánico o material en el trabajo de clase;
- e) dificultad para el almacenaje de filmes, diapositivas, etc., particularmente en los países tropicales;
- f) ausencia de energía eléctrica en algunas regiones.  
(para subsanar este inconveniente se dispone ahora de proyectores y grabadores adecuados que pueden funcionar con baterías secas).

Los problemas planteados en los ítems b), d) y e) anteriores, deben ser considerados en los cursos de formación y de perfeccionamiento de profesores.

37. Podrían establecerse centros que proyecten, produzcan y brinden facilidades en todo lo referente a materiales audiovisuales conjuntamente con el equipo necesario para su uso en la enseñanza.

Es necesario, también, realizar una investigación más amplia en relación con la producción de medios audiovisuales más simples, de menor costo y más resistentes.

Es imprescindible disponer de personal entrenado para atender la reparación y mantenimiento de equipos y para actuar como operadores de los equipos que se empleen. Este personal podría, también, colaborar en el entrenamiento de maestros en el uso y mantenimiento de tales equipos.

Las escuelas deben recibir el asesoramiento adecuado respecto al almacenaje de sus propios materiales audiovisuales bajo condiciones de alta temperatura y humedad.

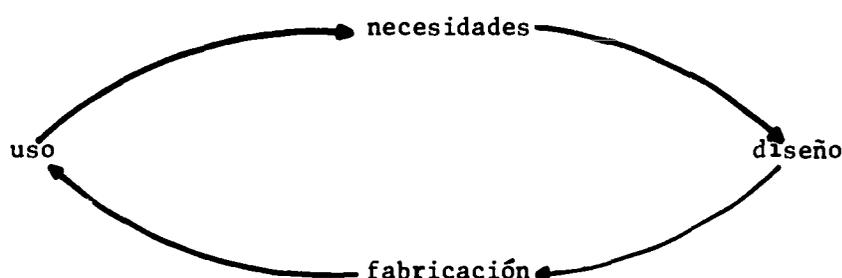
#### *Equipo*

38. En la mayoría de los países en desarrollo la solución al problema del equipo científico se busca en la importación de equipos convencionales. No obstante, en algunos de ellos, se han organizado instituciones encargadas de la fabricación y distribución de equipos para la enseñanza científica.

39. El proceso completo de diseño, fabricación y empleo de tales equipos debe ser

cuidadosamente estudiado de manera que los centros de producción puedan responder a los cambios de necesidades y exigencias.

En igual forma que con el equipo importado, el producido en el país debe estar relacionado con los programas de estudio existentes y con los cambios que se proyectan introducir en ellos. Esta exigencia hace necesario un sistema de realimentación y evaluación de su uso, a través de una secuencia como la que ilustra el siguiente diagrama



40. En lo que concierne al personal necesario para la producción de equipos existen tres categorías:

- a) Profesores de ciencia encargados de determinar las necesidades y desarrollar procedimientos experimentales;
- b) Ingenieros encargados de la producción en serie;
- c) Técnicos para entrenar y supervisar el personal de talleres.

41. Es imprescindible la presencia de un asesor, que puede actuar a escala regional, en fabricación, mantenimiento y reparación de equipos cuya misión sea colaborar con las autoridades nacionales y organizar y dictar los cursos pertinentes de entrenamiento que estas autoridades le soliciten.

42. En varios países, como ya se indicó antes, se están empleando "kits" científicos muy simples diseñados para situaciones particulares del desarrollo experimental de los programas. El intercambio de información entre los países interesados en este recurso didáctico ha llevado y probablemente seguirá llevando al perfeccionamiento de los diseños.

#### *Pruebas y exámenes*

43. La práctica de realizar exámenes puede ejercer una influencia beneficiosa tanto en la metodología de la enseñanza de las ciencias en la escuela como en la motivación y en el aprendizaje del niño. Pues los exámenes no deben reducirse a una mera evaluación de los alumnos o del profesor; sino que, por el contrario, deben considerarse cuidadosamente los objetivos con ellos perseguidos. Los exámenes pueden dar información significativa sobre los programas y los métodos de enseñanza, la selección de alumnos, y la apreciación de sus aptitudes.

44. Se está generalmente de acuerdo en que los exámenes deben incluir un repertorio de diferentes tipos de cuestiones a resolver, incluyendo las llamadas de tipo objetivo, así como redacción de temas que, a manera de ensayos breves o extensos, alienten el pensamiento crítico y el pensamiento creador y desarrollen formas correctas de expresión escrita. La apreciación subjetiva a cargo de examinadores imparciales, ajenos a los an

tecedentes, es también elemento valioso en el mecanismo de evaluación.

En lo que respecta a las pruebas orales se ha podido apreciar que ellas resultan particularmente indicadas en la identificación de estudiantes de talento científico.

45. No es deseable un tipo de exámenes que tengan únicamente por finalidad la determinación del pasaje de grado del estudiante o de su rechazo. Es necesario establecer un sistema de créditos para completar un curso aún cuando el grado de aprovechamiento no haya sido suficiente para capacitar al estudiante para incorporarse al grado siguiente en el plan de estudios.

Los resultados de los exámenes no deben ser absolutos, sino que, por el contrario, deben ser graduados de alguna manera, aún cuando las empresas comerciales, con su sistema de aceptar solamente a los egresados de los grados superiores como postulantes a sus empleos, se opongan a este temperamento.

La calificación de un estudiante no puede ser, únicamente, el resultado de un examen sin tener en cuenta otros elementos de juicio.

La calificación obtenida en el examen es un elemento más a agregar a la evaluación continua y sistemática de la actuación del alumno a través de las exigencias, escritas y prácticas, que tuvo que enfrentar durante el curso. La determinación respecto al pasaje de grados debe ser, entonces, el resultado de la apreciación conjunta de todos estos elementos incluyendo en ellos la consideración de su conducta.

46. La competencia para preparar pruebas adecuadas destinadas a evaluar los diversos niveles de comprensión dentro de un plan de estudio puede ser lograda, únicamente, a través de una preparación y un entrenamiento específicos.

Es conveniente que varios repertorios de preguntas, ejercicios, problemas, etc. y de elementos, en general, para integrar pruebas de evaluación, estén disponibles en centros de la localidad, propiciando la participación activa de los profesores en las reuniones de trabajo destinadas a la discusión y producción de tales elementos.

47. La estructuración de las pruebas de examen y la interpretación de sus resultados deben considerarse, permanentemente, como una fuente de información referente a las modificaciones a introducir en los planes de estudio en vigencia, así como en lo que respecta a la estructuración de planes futuros.

#### *Formación de profesores*

48. La cuestión de la formación de los docentes predomina sobre todas las otras consideraciones de la reforma de la enseñanza. De la competencia del profesor y de su propia confianza dependerán la actitud que pueda esperarse en el desempeño de su tarea, el nivel al cual desarrollará su enseñanza, la variedad de enfoques que podrá dar al programa, el grado de flexibilidad que puede permitírsele en su trabajo en clase. En lo que concierne a todos estos aspectos debe existir un compromiso entre nuestros ideales y la realidad de la situación y estos compromisos deben ser conscientes y deliberados.

49. En lo concerniente a la introducción de un nuevo programa, lo que debe determinar se en primer término es la posibilidad de capacitar - y en qué medida - a los profesores que lo tendrían a su cargo, así como la amplitud con que es posible introducir una nueva filosofía de la enseñanza a través de cursos breves para profesores en actividad o en los cursos más extensos para profesores en formación.

A la posible lentitud del profesor para cambiar deben agregarse las nuevas exigen

cias que la nueva modalidad de la enseñanza le plantea en cuanto a preparación de sus clases, organización de actividades y a la mayor flexibilidad que necesita en su relación con los alumnos. La concepción moderna de la enseñanza de la ciencia es la antítesis de las actitudes basadas en el principio de autoridad y donde ambas concepciones entren en conflicto, sería torpe pretender cambios amplios y radicales sin comprometer en ellos a los docentes.

50. Es extremadamente importante que los responsables de la formación de profesores de ciencia estén íntimamente compenetrados con el proceso total de la reforma de la enseñanza y plenamente enterados de todas las ideas y antecedentes que constituyen su fundamento. Deben estar, también, informados de los recientes desarrollos de la ciencia y de sus modernas aplicaciones. En una palabra, los encargados de la formación de docentes deben poseer una alta capacitación científica y un conocimiento igualmente elevado de la metodología de la enseñanza.

51. Los profesores de las escuelas normales juegan un papel de vital importancia para el sistema total de la enseñanza científica y de la reforma de planes de estudio. Si no se dispone de este personal docente, el éxito en este campo puede quedar comprometido desde su mismo comienzo. En consecuencia, se hace imprescindible prestar especial consideración a la formación de profesores normales competentes. En algunos países cuando no se dispone de este tipo de personal docente se recurre a profesores universitarios para atender las necesidades de formación de docentes. A continuación se indican los dos caminos según los cuales pueden atenderse la formación de profesores normales:

a) Organización de un instituto para profesores normales de ciencia donde personal postgraduado (preferentemente con experiencia docente) puede estudiar los problemas particulares de las escuelas normales al mismo tiempo que enseñan en las escuelas locales.

b) Algunas universidades han organizado ya, departamentos especiales de educación científica incorporados a una facultad de ciencia o a una facultad de educación encargados de cursos específicamente estructurados para profesores normales de ciencia.

52. No es suficiente introducir nuevas ideas en las escuelas a través de los programas que rigen la formación de docentes; es necesario, también, una revisión completa tanto de los programas como de la metodología usados en los cursos destinados a la formación de profesores en las escuelas normales y en los departamentos de educación antes mencionados. Las universidades deben ser consultadas a este respecto y su asesoramiento y cooperación se hace necesaria, no solamente en el aspecto particular de elevar y modernizar el contenido científico de tales cursos, sino en la actualización del enfoque total de la enseñanza científica que se imparta en ellos.

Los programas completos de estudios deberían incluir:

- 1) La estructura conceptual de la ciencia;
- 2) El conocimiento objetivo del contenido de las disciplinas científicas;
- 3) La metodología de la moderna enseñanza de ciencias.

Deben proporcionar, también, el entrenamiento necesario para el trabajo en el taller de forma tal que capacite al futuro docente para la construcción de aparatos y equipos simples. Brindar oportunidades para adquirir confianza en el manejo del equipo científico y en el uso de los medios audiovisuales y desarrollar la habilidad necesaria para atender el mantenimiento del equipo y hacerse cargo de las reparaciones simples que fuesen necesarias.

53. En la actualidad, los cursos de perfeccionamiento de docentes en actividad están

destinados - en gran medida - a elevar la calidad del profesor y a introducirlo en la nueva filosofía y en la nueva metodología de la enseñanza científica. Estos cursos, en lo concerniente a duración - pueden variar desde unos pocos días a muchos meses. En algunos casos los cursos de actualización de profesores en actividad han sido más avanzados que los cursos de formación que siguen acusando la tendencia a mantener los puntos de vista tradicionales.

El progreso científico y la investigación continuada en la metodología de la enseñanza de las ciencias harán de la tarea de actualización de docentes en actividad una necesidad permanente del esquema educativo. Esto obliga a planificarla como programa permanente y a darle una estructura institucional apropiada.

### *Supervisores*

54. Una vez que el docente está entrenado en las nuevas tendencias y en las nuevas técnicas de enseñanza científica, es necesario continuar asistiéndolo adecuadamente. Es necesario, para ello, brindarle las posibilidades de obtener orientación y asesoramiento en su preocupación y en su intento por introducir las nuevas ideas en los cursos confiados a su cargo.

Se reconoce, en general, que una manera de atender esta necesidad podría ser la organización de un cuerpo especial de supervisores de ciencia. Especial, porque su tarea sería distinta a la ejercida por el tradicional supervisor, cuyo cometido era, en general, inspeccionar la labor del docente, recogiendo, en el informe respectivo, las observaciones y críticas que aquella labor, en su opinión, mereciera.

El nuevo tipo de supervisor que se está ahora considerando, debe asesorar y aconsejar al profesor - en un verdadero plano de colaboración y no de crítica - acerca del contenido de los temas del programa y de la metodología correspondiente, ayudándolo a enseñar eficazmente aplicando el método científico. Deben estar, también, en condiciones de ayudar al profesor y a hacer un uso efectivo del equipo científico disponible y una elección apropiada de materiales que pueda utilizar en su clase.

La naturaleza de las funciones indicadas, que se le asignarán a este nuevo tipo de supervisor, parecen indicar que la denominación de *asesor* o *consejero* serían más apropiadas que las usuales de supervisor o inspector.

55. Los supervisores de ciencia deben mantener un estrecho contacto con los científicos de las universidades y de las instituciones de investigación de manera que puedan actuar como el nexo entre el desarrollo que sigue la ciencia por un lado y las exigencias que ese desarrollo implica en el contenido de los modernos programas escolares de ciencia por otro. Los supervisores de ciencia deben actuar, también, como elemento de enlace entre los profesores y los administradores escolares.

56. Podría resultar difícil, en la práctica, poder contar con un número elevado de funcionarios del tipo descrito debido a limitaciones presupuestales y al generalmente reducido número de personas disponibles con la necesaria competencia en los diversos campos científicos. Para alcanzar el número requerido podrían reclutarse entre las personas recientemente egresadas de las universidades que contasen, a la vez, con una experiencia de dos o tres años de enseñanza universitaria y a quienes se podría, con tal fin, entrenar en la enseñanza científica a nivel escolar.

Alternativamente, podrían reclutarse entre profesores experimentados que hubiesen demostrado una destacada capacidad en su labor docente. En este caso los candidatos podrían beneficiarse con cursos de actualización en la universidad antes de ser designados.

*Asociaciones profesionales de profesores de ciencia*

57. En muchos países las asociaciones profesionales de científicos y de profesores de ciencia han actuado como verdaderos líderes en la reforma de la enseñanza. Estas asociaciones, que se preocupan por el mejoramiento de la enseñanza científica, han prestado una gran colaboración brindando información referente a los trabajos realizados en ese campo, a través de sus reuniones y de sus publicaciones. Las organizaciones de profesores, que están en primer término preocupadas con las condiciones de trabajo en que se encuentran los docentes, pueden cumplir una tarea útil en el problema de la reforma, si se les compromete en forma adecuada.

58. Se sugiere, en consecuencia:

a) Que se incentive la formación de asociaciones interesadas en la educación científica. Estas asociaciones deben estar integradas por maestros de todos los niveles de la enseñanza, profesores universitarios e investigadores. Si estas instituciones cuentan con un núcleo de profesores fuertemente preocupados por mejorar la enseñanza científica, ellos podrán promover y llevar adelante nuevos estudios y nuevas experiencias en este campo.

b) Es conveniente dirigir la atención de los grupos de estudio hacia áreas específicas y determinadas, como ser: ciencia en enseñanza primaria, enseñanza de la química, enseñanza de la física, etc.

El apoyo económico a tales grupos debe aparecer como un rubro natural y legítimo en los presupuestos destinados a los planes de desarrollo de la educación científica.

*Popularización de la ciencia: clubes de ciencia y ferias*

59. Hace ya algunos años que viene destacándose, en forma cada vez más amplia y sistemática, la importancia y la trascendencia de las actividades dirigidas a acercar la ciencia al público en general, con la doble finalidad de dar a conocer los constantes esfuerzos y las nuevas conquistas de la ciencia y de lograr una mejor apreciación de aquellos esfuerzos y de aquellos resultados.

Como un paso positivo en la popularización de la ciencia, las oficinas regionales de educación y de ciencia de la Unesco podrían cooperar con la redacción y circulación por todos los países de una revista informando de las actividades que se están llevando a cabo en los diversos países, especialmente en los países en desarrollo.

60. Los clubes de ciencia constituyen uno de los campos de actividades más valiosos para promover el interés de los jóvenes por la ciencia. Es en ellos, también, donde los jóvenes de talento científico pueden encontrar las primeras oportunidades para iniciarse en actividades experimentales de investigación en un ambiente donde no les faltará la orientación, el apoyo y la crítica generosa. Aún cuando la componente competitiva de las Ferias Científicas locales o nacionales puede desembocar en una exaltación del triunfo más que en la apreciación de una realización científica auténtica, no puede desconocerse que la publicidad que las rodea y el público que participa en ellas pueden constituir elementos valiosos que contribuyen a la divulgación de la ciencia. Pero en lo que ellas significan para la educación científica, tiene que prestársele mayor atención a trabajos de investigación que revelen el desarrollo sostenido de proyectos científicos, que a programas que apunten fundamentalmente a la exhibición.

### Búsqueda de talentos

61. Los estudiantes de real talento científico pueden sentirse defraudados por programas de estudio preparados para el estudiante de nivel medio.

Tanto el estudiante talentoso como la sociedad se verán beneficiados por una política que se preocupe por individualizarlos y por brindarles la atención especial que su desarrollo educativo requiere. Si la determinación de talentos pretende ser efectiva, el proceso para identificarlos debe ser adecuado y seguro; se hace necesario, para ello, investigar con cuidado acerca de las pruebas y los tests que integrarán el mecanismo de aquella determinación.

La preocupación por detectar a los jóvenes de talento debe ser permanente de manera que puedan ser individualizados y atendidos a cualquier altura de sus estudios.

Esta consideración es particularmente importante en los casos en que las condiciones del medio ambiente pueden hacer difícil la identificación de talentos, todavía no revelados, entre los estudiantes más jóvenes.

Los resultados logrados con cualquier investigación dirigida a precisar las características de los estudiantes de talento científico deben ser ampliamente difundidos entre estudiantes, profesores y padres.

En algunos países se han organizado cursos especiales - y algunos han llegado hasta crear instituciones específicas - para atender a los alumnos científicamente bien dotados; en ciertos casos se alcanza con ellos el nivel universitario y aún etapas más avanzadas. En otros casos - cuando no se llega a sistematizar la atención de este tipo de alumnos - se les estimula con la proposición de trabajos especialmente indicados para constituir un verdadero desafío a sus capacidades.

La orientación que se brinde a estos jóvenes respecto a sus estudios futuros debe tener en cuenta, además de sus intereses y condiciones personales, las necesidades inmediatas del país. Se hace necesario, también, asegurarles las posibilidades de destino en los que puedan emplear la capacitación obtenida con su carrera científica en condiciones tales que satisfagan su vocación intelectual y sus necesidades materiales.

\* \* \*

### Tercera Parte

#### LA ACCION DE LA UNESCO Y EL UNICEF EN EL MEJORAMIENTO DE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EN AMERICA LATINA

1. Pareciera cosa obvia afirmar que, para poder aplicar una metodología de enseñanza que ponga énfasis en los procedimientos y experiencias que llevan al conocimiento científico, el maestro o profesor deben estar bien preparados. Hace falta que conozca, de verdad, cómo se forma la ciencia y no sólo poseer conocimientos acerca de los contenidos que señalan los programas. Además de poseer los conocimientos, ha de ser capaz de comprender, de estimular y de supervisar las actitudes y actividades propias de la investigación. Así entendido, el problema de la formación, capacitación y perfeccionamiento del personal docente pasa a constituir un factor de primerísima importancia en todo mejoramiento del proceso de enseñanza-aprendizaje. Para poder mejorar la enseñanza de la ciencia es indispensable contar con buenos profesores, en la cantidad suficiente.

2. Por otra parte, el carácter propio de la ciencia no exige que haya disponibilidad necesaria de costosos equipos y de materiales difíciles de obtener para que la enseñanza sea eficiente. Muchos de los conocimientos y principios pueden ejemplificarse y ponerse en práctica mediante sencillos aparatos, construidos con materiales de bajo costo, elaborados con materiales accesibles, por el maestro o por los propios alumnos. Muchos libros y manuales para maestros ejemplifican experiencias fáciles de llevar a cabo, con la ventaja adicional de que la poca complicación de los enseres utilizados hace más fácil la comprensión y más fecundo el aprendizaje. Entre esos textos, merece mención especial el "Manual de la Unesco para la enseñanza de las ciencias", editado varias veces y distribuido ampliamente, por constituir un auxiliar de alto valor para un docente de ciencia empeñado de verdad en la aplicación del método activo en su verdadera dimensión.

3. El espíritu que ha orientado los esfuerzos llevados a cabo por la Unesco y el Unicef en América Latina, varios de cuyos Proyectos Conjuntos tienen como meta el mejoramiento y la modernización de la enseñanza de la ciencia, se fundamenta en la idea de que el espíritu científico debe empezar a desarrollarse desde el primer grado de la escuela primaria y constituir un proceso que se acentúe en la educación media y culmine en la educación universitaria. Desde el momento en que el niño ingresa a la escuela debería ser guiado para observar, medir, clasificar, razonar, interpretar, analizar y descubrir, poniendo en uso sus habilidades motrices y de percepción y, en especial, su capacidad de pensamiento reflexivo. De este modo, se hace posible un enlace entre el concepto adquirido por medio de la experiencia de los alumnos, la interpretación del mundo circundante y la valorización de las actividades vinculadas al trabajo y la tecnología.

4. En términos generales, podría decirse que la acción de la Unesco, muchas veces llevada a cabo en forma conjunta con el Unicef, en relación con el mejoramiento de la enseñanza de la ciencia, aspira a promover en América Latina y el Caribe la aplicación de métodos modernos, a través de los cuales se pueda ejercer influencia en el desarrollo de las nuevas generaciones con el ánimo señalado en el párrafo precedente.

#### *Algunas iniciativas de la Unesco y el Unicef en América Latina y el Caribe*

5. Uno de los primeros esfuerzos orgánicos en favor de la modernización de la enseñanza de las ciencias en la región a nivel pre-universitario fue el "Proyecto Piloto de

la Unesco sobre nuevos métodos y técnicas para la enseñanza de la física en América Latina". La fase inicial de este Proyecto tuvo lugar en Sao Paulo (Brasil), bajo el auspicio conjunto de la Unesco y del IBECC, entre julio de 1963 y julio de 1964. En él participaron 25 profesores de física, pertenecientes a ocho países latinoamericanos. Sus trabajos fueron guiados por un grupo de especialistas proporcionados por la Unesco.

6. Los objetivos de la fase señalada del Proyecto Piloto fueron, entre otros, explorar nuevos enfoques, métodos y técnicas para la enseñanza de la física en América Latina y formar a un grupo de profesores de física pertenecientes a instituciones formadoras de profesores en: (i) investigación y desarrollo de nuevas ideas y nuevos métodos; y (ii) diseño, producción, evaluación y utilización de materiales modernos para la enseñanza. El tema que abordaron fue el de la "Física de la luz" y, al cabo del año, el grupo había diseñado y producido los siguientes materiales para parte de un curso de física a nivel secundario: 8 conjuntos de material de laboratorio de bajo costo (kits), un manual de enseñanza programada en 5 volúmenes, 11 películas mudas de corto metraje y una sonora de media hora de duración. Además, una guía para la utilización de las películas mudas y 8 programas de televisión. Una característica importante de este material es la íntima relación entre los "kits" y los textos: estos últimos requieren, para ser utilizados, la realización por parte del alumno de las experiencias de laboratorio correspondientes.

7. En una segunda fase de este Proyecto Piloto, la Unesco auspició una serie de Seminarios Regionales en América Latina, cada uno de 4 semanas de duración, con el propósito de dar a conocer no solamente los resultados de este Proyecto, sino también para difundir ideas y materiales elaborados por otros grupos interesados en el mejoramiento de la enseñanza de la física en diversos países del mundo. En cada uno de estos seminarios participaron alrededor de 40 profesores, variando el número de países representados entre 6 y 13, limitándose sólo en un caso a participantes del país sede. Los Seminarios tuvieron lugar en Sao Paulo (1964), Caracas (1965), Montevideo (1965), Bariloche (1967), Tegucigalpa (1967), Santiago (1968), Cochabamba (1969) y Montevideo (1971). Un objetivo importante de estos Seminarios fue el de estimular la formación de grupos de trabajo que, en sus respectivos países, puedan aprender las tareas necesarias para el mejoramiento de la enseñanza de las ciencias. Aunque los temas específicos abordados en los Seminarios fueron de física, se procuró poner bastante énfasis en aspectos que son generalizables a las otras disciplinas científicas y a las ciencias en general.

8. Desde el 6 de enero al 8 de febrero de 1969 se llevó a cabo en Sao Paulo (Brasil) el Primer Seminario Latinoamericano sobre Enseñanza de las Ciencias en el nivel primario, auspiciado por la Unesco y el Unicef. Ochenta y siete educadores, procedentes de diez y siete países de la región, se reunieron para estudiar concepciones modernas acerca de la enseñanza de las ciencias y para encontrar los medios capaces de generar desde la escuela primaria una actitud científica entre los alumnos, utilizando métodos de reconocido valor formativo y materiales didácticos de bajo costo y de fácil construcción y manejo.

9. Además, los participantes en el mencionado Seminario tuvieron la oportunidad de conocer y experimentar proyectos para la enseñanza de las ciencias y equipos elaborados por el IBECC (Instituto Brasileño de Educación, Ciencia y Cultura), el Instituto de Ciencias de la Universidad de Asunción (Paraguay), el Centro de Ciencias de Guanabara (Brasil) y el elaborado en América Central para el nivel primario, además de los correspondientes al Proyecto Nuffield (Inglaterra) y al Proyecto IPS (Introductory Physics Science). En todos ellos se pone énfasis en la enseñanza experimental, con el objeto de enseñar a los niños a pensar, interpretando las observaciones y los experimentos.

10. Paralelamente a las labores señaladas en los numerales 15 y 16, los participantes

en el Seminario de Sao Paulo iniciaron el análisis de los factores más importantes que inciden en el mejoramiento de la enseñanza de las ciencias. A tal efecto, los becarios agrupados según su nacionalidad, prepararon informes sobre la situación actual de la enseñanza de la ciencia en cada país, siguiendo un esquema común para favorecer las posibilidades de un estudio comparado posterior. Tales informes fueron seguidos por un debate sistemático, país por país, en torno a cuatro aspectos básicos: (a) problemas del país en la enseñanza de las ciencias; (b) características de los programas de ciencias; (c) renovación metodológica y preparación de materiales de laboratorio; (d) plan de trabajo para el futuro

11. Las proyecciones que ha tenido el Primer Seminario Latinoamericano sobre Enseñanza de las Ciencias en el nivel primario resultan evidentes. Los participantes organizaron al regresar a sus respectivos países grupos de estudio para el mejoramiento de la enseñanza de las ciencias en países que aún no contaban con ellos y estos grupos se dieron a la tarea, en la medida de sus posibilidades, de extender la aplicación de los nuevos enfoques de la enseñanza, a través de cursos y seminarios nacionales. Todo hace suponer que estamos frente a un cambio progresivo en la manera de enseñar la ciencia, dando un rol activo a los niños y una mucho más clara responsabilidad a los maestros y profesores en la elaboración de materiales y guías de clase y en la orientación de las experiencias de enseñanza-aprendizaje, procurando la introducción del método científico en la enseñanza, desde los primeros años del nivel primario.

#### *Proyectos conjuntos Unesco/Unicef en la región*

12. Algunas de las ideas y materiales acerca de los cuales hemos hablado en párrafos anteriores, fueron utilizados posteriormente en distintos empeños de mejoramiento de las experiencias de enseñanza-aprendizaje relativas a los aspectos científicos y, de manera especial, en los programas de acción conjunta Unesco/Unicef convenido con distintos gobiernos de América Latina y el Caribe. El primer objetivo de estos Proyectos Conjuntos fue el mejoramiento de la formación de los maestros primarios y del personal a cuyo cargo está la supervisión de la enseñanza. Al mismo tiempo, se ha programado la capacitación y el perfeccionamiento del personal docente en servicio, poniendo el acento en los métodos y procedimientos que corresponden a una buena orientación del aprendizaje.

13. El Convenio Unesco/Unicef/Gobierno del Perú, concertado recientemente con el objeto de llevar a cabo un programa nacional para el desarrollo de la enseñanza de las ciencias en el país, constituye un ejemplo muy significativo entre los empeños conducentes a procurar enfoques en la enseñanza de las ciencias. El citado Proyecto Conjunto se propone la creación de centros permanentes para el perfeccionamiento docente y la organización de grupos para la investigación educativa y realización de estudios para la actualización de las técnicas y prácticas para la enseñanza de la ciencia, procurando estimular una sólida orientación científica desde los comienzos de la acción escolar y desarrollar vocaciones para su aplicación al estudio de los problemas de la ciencia y la tecnología. Dada la importancia que connota, el Unicef seleccionó el mencionado Proyecto Conjunto como uno de sus esfuerzos especiales con motivo de la celebración del Año Internacional de la Educación.

14. El plan de operaciones del proyecto a que se ha hecho referencia en el párrafo precedente se inició con la realización de un Seminario Nacional sobre Enseñanza de las Ciencias, que se llevó a cabo a comienzos de 1970 y al cual concurrieron más de cien participantes peruanos que contaron con la orientación de profesores del país y algunos especialistas en ciencias y expertos en educación proporcionados por la Unesco. Además, se prevé la realización de cursos para profesores en servicio y para alumnos de los niveles de enseñanza primario, medio y normal, destinados a mejorar las técnicas y prácticas relacionadas con la enseñanza de las ciencias, modernizando contenidos pro-

gramáticos y enfoques didácticos. Además, se propone crear en la ciudad de Lima un Centro Nacional para el Mejoramiento de la Enseñanza de las Ciencias y veintitrés Núcleos (uno en cada una de las capitales departamentales), cuyo propósito serán mantener una actividad promotora y orientadora en relación con la enseñanza, difundiendo modernas concepciones didácticas, haciendo conocer materiales de experimentación y trabajo y creando conciencia de la necesidad de generar una actitud científica en los alumnos des de su iniciación escolar.

15. Otro Proyecto Conjunto que está operando en la América Latina es el concertado con el Gobierno de Costa Rica para lograr un mejoramiento, tanto en los programas de ciencias de la escuela primaria y de las instituciones de enseñanza media, como en la manera de impartir los conocimientos. Concertado en 1969, se propone la capacitación de personal docente de las escuelas normales, liceos secundarios y escuelas primarias, la provisión de equipo básico para la enseñanza y la preparación local de material didáctico de bajo costo, especialmente utilizable para la enseñanza de la ciencia en el nivel de enseñanza primaria.

16. Otro Proyecto Conjunto que se halla en operación y que está llamado a hacer buena contribución al mejoramiento de la calidad en la enseñanza de la ciencia es el acordado con el gobierno de Cuba, que se halla en operación desde 1968 y cuya posible ampliación se está actualmente considerando. El Proyecto Conjunto Unicef/Unesco/Gobierno del Paraguay tiene aspectos vinculados al mejoramiento de la enseñanza de la ciencia, mediante los cuales se está contribuyendo a la capacitación de personal docente para las áreas científicas en el nivel básico de la enseñanza y estimulando el diseño, elaboración y experimentación de materiales y equipos para su utilización en la docencia. Para el área del Caribe se está negociando un Proyecto Conjunto, con participación de la Unesco, Unicef y la West Indies University, uno de cuyos rubros importante es, precisamente, el mejoramiento de la enseñanza de la ciencia y cuyos beneficios alcanzarán a los países de habla inglesa de dicha sub-región.

17. La colaboración del Unicef en el marco de los Proyectos Conjuntos con la Unesco consiste en la financiación de becas internas, estipendios para el personal que debe asistir a cursos o seminarios y en la provisión de equipos, máquinas, aparatos y materiales que resultan necesarios para la atención de las actividades programadas, de acuerdo a listas de suministros preparadas por las autoridades de los respectivos países, con el asesoramiento técnico de la Unesco. En algunas oportunidades, ofrece becas para estudios fuera del país, cuando se trata de eventos en cuya participación el Unicef haya tomado compromiso. Adicionalmente, y en casos muy especiales, el Unicef proporciona fondos para la contratación de funcionarios locales con responsabilidades claves relacionadas con la coordinación nacional de Proyectos Conjuntos.

18. La idea general sustentada en los Proyectos Conjuntos Unesco/Unicef es la conveniencia de prestar decidido apoyo a programas que permitan iniciar o estimular actividades promisorias en relación con el mejoramiento de la enseñanza en el nivel primario y en el primer ciclo del nivel medio (educación básica). Para ello, se busca la identificación de áreas de acción que ofrezcan la posibilidad de una potencial influencia sobre aspectos que necesitan mejorar, tanto en aspectos cuantitativos como cualitativos. En especial, el esfuerzo se hace a través de la formación y perfeccionamiento de personal docente, de supervisión y de administración y de la preparación de buenos materiales de enseñanza. La base de las operaciones está dada por una acción coordinada entre el Unicef, la Unesco y los gobiernos nacionales interesados, tendiente a cumplir programas significativos de los países en el campo de la educación que, luego de un esfuerzo bien planeado durante un lapso determinado, puedan ser continuados por los propios gobiernos aún cuando disminuya o concluya la cooperación internacional que los apoyó en determinadas instancias.

## Cuarta Parte

### DISEÑO Y PREPARACION DE PROYECTOS

1. No es probable que un proyecto determinado o un programa tipo pueda ser adecuado para atender todas las situaciones. No obstante, pueden indicarse orientaciones generales para el desarrollo de proyectos individuales dentro del marco de un procedimiento normalizador.

En primer término, es necesario obtener una decisión a nivel gubernamental que implique la realización, con carácter general, de:

Un estudio completo de la situación actual del sistema educacional, que incluya la recolección y análisis de datos, en medida tal que permita ubicar - adecuadamente - el proyecto que se propone ensayar dentro de aquel contexto.

Los resultados de ese estudio deben hacer posible establecer:

- a) La naturaleza de cada etapa u operación parcial que componen el proyecto, en función de los recursos disponibles o de los recursos previstos;
- b) Una programación de realización de las diversas etapas;
- c) Un detalle de las erogaciones que significarían la provisión de personal nacional e internacional para el proyecto, locales, suministros, equipos y transporte correspondiente, estipendios y becas.

En lo referente al apartado c) debe establecerse una cuidadosa separación entre gastos internos y externos. Deben tomarse, también, las decisiones referentes a la forma de compartir la totalidad de los gastos entre el gobierno y las agencias que prestan su ayuda al proyecto.

*Plan de evaluación.*- Esta etapa debe ser planeada con precisión y siempre referida a las posibilidades existentes o previstas en un momento dado. La evaluación del proyecto y la determinación de las condiciones en que se desarrolla deben ser tareas permanentes.

*Planes para la administración del proyecto.*- Al organizar la administración del proyecto deben preverse los mecanismos para establecer consejos consultivos que serían los encargados de analizar la información obtenida en la etapa de evaluación. Deben precribirse, también con precisión, los mecanismos para considerar las enmiendas que querrán introducirse en el programa.

*Relación con otros proyectos afines.*- Es necesario determinar las vinculaciones del nuevo proyecto con los ya existentes en el país, sean éstos nacionales, bilaterales o internacionales.

3. Es obvio que, cuando se trate de proyectos de dimensión regional, la ayuda total que ellos requieran sobrepasará, en general, las posibilidades de cualquiera de las organizaciones que puedan colaborar en su realización. En este caso se hace necesario que los recursos de todas esas organizaciones de cooperación sean empleados de la forma más efectiva. Esta situación hace necesaria la coordinación, en todas las etapas de ejecución de los proyectos, entre los países interesados y las instituciones de cooperación.

En lo que concierne a cada país en particular, debe prestarse atención al planeamiento total del proyecto a través de comités de coordinación que incluyan dependencias de gobierno, organismos de educación y todas las instituciones de cooperación interesadas.

4. En las páginas que siguen se presentan dos aspectos de los programas de mejoramiento de la educación científica:

- a) Producción de los materiales de enseñanza y
- b) Reforma de los planes de estudio,

considerados de acuerdo a los principios y observaciones generales que conviene respetar al poner en práctica proyectos determinados en estos campos.

#### Cuarta Parte - A

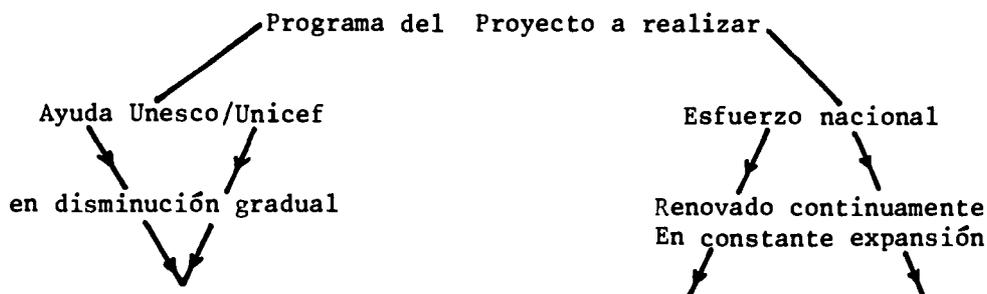
##### Producción, mantenimiento y reparación de equipo científico

*Principios generales para el establecimiento de un proyecto de equipamiento científico*

1. Todo proyecto para equipar a una institución de enseñanza debe satisfacer dos condiciones:

a) La parte de ayuda proveniente del exterior (por ejemplo de Unesco/Unicef) debe ir disminuyendo gradualmente hasta reducirse a cero.

b) La parte correspondiente al esfuerzo nacional del país interesado debe ir en continua expansión (véase diagrama adjunto)



2. En el suministro de equipo científico deben ser considerados los siguientes aspectos:

- a) Producción de equipos;
- b) Aprovisionamiento y distribución de equipos;
- c) Mantenimiento y reparación.

3. *Ventajas de la producción local*

a) Es obvia la imposibilidad de contar con un suministro permanente de equipo importado a las escuelas, realizado dentro de un esquema de ayuda exterior.

b) El material proyectado y producido en el lugar mismo podría satisfacer las necesidades específicas de la enseñanza científica del lugar con mayor eficacia que el material importado, pues mientras éste está concebido en base a un común denominador universal, aquél podría, desde su concepción, someterse a características adecuadas a su destino.

c) La producción local del material científico economizará divisas al país productor.

d) La producción en el lugar reducirá al mínimo las demoras de entrega del material y eliminará - a la vez - los gastos de transporte y manipulación que siempre implica el sistema de importación.

e) Una empresa nacional de fabricación de materiales científicos constituirá una fuente de trabajo más para el país.

#### 4. *Problemas de la producción local*

a) En algunos de los países con menos recursos, la producción de estos materiales podría iniciarse, solamente, en escala reducida. Debido, precisamente, a la demanda reducida podría resultar más conveniente - desde el punto de vista económico - importar algunos equipos, o algunas de sus partes, durante un cierto tiempo.

b) No debe sorprender - y hay que estar dispuesto a aceptarlo - que los materiales producidos localmente pueden resultar - al comienzo - más caros que el material análogo importado. Al proponer la organización de la producción local, deben tenerse en cuenta todos los aspectos vinculados a la empresa, incluso su significado como economía de divisas, como creación de fuentes de trabajo, etc.

5. En el caso de la fabricación local de los materiales es imprescindible insistir sobre la necesidad de atender a aspectos muy importantes, como ser el control de calidad de la producción, la estandarización y la versatilidad de aplicación de las diversas piezas y las condiciones para un correcto mantenimiento. Para cumplir estas exigencias será necesario modificar, en la mayoría de los casos, los métodos tradicionales de fabricación.

6. Cada país decidirá la forma con que encarará el problema del equipo científico para sus escuelas, pero parece natural que en lo que concierne a la fabricación de los materiales debe intervenir - de alguna manera - la industria privada. En algunos países, la actividad en este campo podrá ser estimulada por los organismos de gobierno (por ejemplo los organismos oficiales encargados del desarrollo de la pequeña industria). Pero, en todo caso, será necesaria una atención especial cuando se trate de la organización de establecimientos que pretendan llevar a cabo una producción de equipos científicos en gran escala.

7. Los programas de producción de material científico presentan siempre un gran interés dentro del panorama general de los proyectos de enseñanza de ciencias, aún en el caso en que no puedan destinarse - inicialmente - más que a la fabricación de elementos muy simples. Muchos países pueden no estar en condiciones o no estar dispuestos a iniciar, en forma masiva, la fabricación de materiales complejos.

#### 8. *Requerimientos básicos para iniciar la producción local de equipos*

a) Es necesario realizar estudios referentes a los costos y beneficios que la producción significa. Y es indispensable trazar cuidadosamente la planificación del proyecto de producción, indicando claramente las diversas etapas en que debe cumplirse.

b) No será imprescindible disponer de una institución específicamente destinada a la realización del proyecto, con locales construidos ex-profeso y con personal especialmente reclutado para ese fin. Basta reconocer que en muchos países existen ya medios, condiciones y personal desarrollando una actividad local que puede ser ampliada y perfeccionada hasta que alcancen las dimensiones que les permitan la atención de aquellos proyectos.

c) Será necesario contar con las herramientas, maquinaria y materias primas empleadas en la fabricación de equipos

d) Será muy conveniente disponer de prototipos y de proyectos de equipo científico. Con este fin pueden consultarse los planos suministrados por la Unesco en el volumen titulado "Manual de la Unesco para la enseñanza de las ciencias" (1) y las planchas con los diseños del Proyecto Nuffield, así como otros proyectos semejantes. En este campo la Unesco puede reunir toda la documentación disponible y encargarse de su distribución en los países interesados.

e) En lo que concierne al personal, tendrá que contarse con un equipo que tenga la competencia técnica que el proyecto requiere. Para lograrlo se hace necesario organizar cursos de capacitación y entrenamiento.

9. Como en todos los capítulos del proyecto - pero en forma especial en lo que concierne a la fabricación de materiales - es importante distinguir claramente entre la fase de investigación y la fase de realización (comprendiendo en ésta la etapa de formación del personal necesario). La gran diversidad en las condiciones locales en que se sitúan los proyectos, hace que se considere más conveniente que la etapa de realización se ejecute a nivel nacional.

#### *Actividades regionales*

10. Será conveniente organizar algunas actividades a escala regional, o para ciertos grupos de países como ser:

a) Difusión de información, de diseños y de planes de material científico que ya fueron experimentados en los diversos proyectos de mejoramiento de la enseñanza de las ciencias.

b) Estudio e investigación dirigida a producir nuevos modelos de equipos.

c) Suministro de asesoramiento, cuando sea solicitado y en lo posible a través de un experto - que puede actuar a escala regional - respecto a la fabricación, mantenimiento y reparación de los equipos.

d) Promoción a la escala regional - o para grupos de países de los proyectos nacionales por medio de cursos o grupos de estudio y de trabajo, organizados para los países interesados y llevados a cabo en aquellos centros nacionales que puedan albergarlos.

---

(1) "Manual de la Unesco para la enseñanza de las ciencias". Edición revisada y ampliada. París, 1964, 303 páginas.

### *Actividades nacionales*

11. Las sugerencias que siguen se refieren a algunas de las tareas que caen dentro de la responsabilidad de cada país:

a) Puede resultar de utilidad la realización de investigaciones complementarias tendientes a una mejor adaptación del material a las exigencias y finalidades del proyecto local;

b) Cuando se disponga de los medios adecuados, la tarea de información del personal técnico necesario debe ser cumplida como actividad nacional. De esta forma se asegura una formación eficaz para enfrentar las necesidades específicas de la situación local eliminando - a la vez - el problema del idioma que en muchos casos, enlentece o dificulta la tarea;

c) El material que integra los equipos puede ser, entonces, proyectado y fabricado en el lugar.

### *Aprovisionamiento y distribución de materiales*

12. En algunos países, resultará oportuno disponer de uno o varios centros encargados del aprovisionamiento y de la distribución de los materiales. Estos centros podrán encargarse - a la vez - de verificar la calidad y la conveniencia de cada artículo, ayudando a las instituciones de enseñanza a obtener los materiales que corresponden realmente a sus necesidades.

Quando los aparatos y los productos químicos necesarios están disponibles en el nuevo local, la centralización del sistema antes indicada no debe impedir que las escuelas se procuren directamente aquellos elementos, pues de esta manera se reducirán los gastos de transporte y las demoras en su distribución.

13. Entre las condiciones que pueden contribuir a una mayor eficacia en la compra y la distribución de materiales, pueden señalarse las siguientes:

a) La disponibilidad de planes detallados de trabajo o de guías para los maestros que especifiquen, en forma analítica, el programa de estudio que tendrán que atender, de manera que tanto las necesidades como los cambios que desde el comienzo deban indicarse, pueden establecerse con precisión bajo forma de listas tipo de materiales, que constituyan un mínimo para todas las escuelas;

b) La posibilidad de contar con una clasificación simple de los materiales - agrupándolos en rubros tales como, por ejemplo: 1) artículos permanentes; 2) artículos de vidrio; 3) elementos perecederos; 4) productos químicos, etc. - de manera que, aún en el caso de que no se disponga de una mano de obra capacitada, el embalaje y desembalaje y la distribución y entrega de los pedidos, puedan ser efectuados sin dificultad.

Los pedidos de material que las escuelas remitan a los centros indicados de aprovisionamiento tendrán que rotularse, también, de acuerdo a la clasificación anterior.

14. Será necesario organizar y mantener al día las encuestas que informen sobre la utilización de materiales de manera que puedan mantenerse actualizadas las listas de aprovisionamiento. En particular, las estadísticas del consumo que afecte los elementos que figuran en la clasificación indica en el ítem b) del número anterior, serán imprescindibles para determinar las tareas de reemplazos periódicos de esos elementos.

### *Mantenimiento y reparación de materiales*

15. La tarea de mantenimiento y de reparación de los equipos debe diferenciarse del problema de su fabricación y debe, por ello, atenderse como capítulo aparte, aún cuando ambas funciones puedan llevarse a cabo en un mismo establecimiento o en un mismo local.

Las reparaciones del material científico pueden admitir la siguiente clasificación:

- a) Reparaciones que pueden realizarse en la escuela por un profesor;
- b) Reparaciones que pueden realizarse en la escuela por un técnico que visite la escuela con ese fin;
- c) Reparaciones que obligan al envío del material a un centro específicamente encargado de ese servicio.

16. Los cursos de formación de maestros - y de profesores de ciencia en particular - deben incluir entrenamiento respecto al mantenimiento del material científico en las escuelas.

En algunos países se ha utilizado, con éxito, un equipo móvil de reparaciones que visita todas las escuelas.

## Cuarta Parte - B

### Estructuración de un proyecto de actualización de los planes de enseñanza científica

#### *Premisas de base*

1. Todo proyecto particular - como el de actualización de programas de enseñanza de ciencias, por ejemplo - debe estar integrado en un plan de educación nacional, que constituye a su vez un capítulo de un Plan General de Desarrollo Nacional cuyos fines y objetivos sean claramente definidos así como las relaciones internas y las necesarias prioridades enunciadas con precisión, dentro del esquema de posibilidades de realización que las condiciones administrativas y económicas establecen. Este reconocimiento de las vinculaciones del problema hace necesario destacar la importancia de situarlo en un Plan General de Educación Científica.

2. El proyecto debe ser concebido, en todos los niveles de la planificación, atendiendo al carácter cíclico general de todas sus etapas: estructuración y elección de posibilidades, información de sus propósitos y contenidos, ejecución, contralor de su funcionamiento y aplicación, evaluación de resultados y reajustes que deben introducirse.

3. El ejemplo de proyecto que se considera a continuación se refiere a una de las componentes de la enseñanza científica dentro del programa total del desarrollo de la educación científica. Se ha elegido un área limitada para ilustrar mejor acerca del mecanismo de la formulación y de la ejecución de los proyectos que a ella se refieren. No se pretende sugerir que un tal proyecto puede existir aislado del Plan Nacional de Educación o del Plan Nacional de Educación Científica o aún de otros proyectos referentes

a otros aspectos del problema, como ser: la formación de docentes, el aprovisionamiento de materiales, la construcción de laboratorios, etc. Y es, precisamente para mantener la claridad y la simplicidad de este proyecto que no se intenta el estudio de los detalles de su integración con los restantes proyectos a él vinculados. En cambio, la indicación clara de todos los aspectos de esa integración de cada proyecto en el conjunto, sería esencial al considerarse un programa de carácter realmente nacional.

4. Este modelo de proyecto se basa en la hipótesis de que se ha puesto ahora en evidencia la necesidad de una evolución permanente en la enseñanza de las ciencias y en la preocupación que provoca la presencia en ella de ciertas anomalías que son consecuencia de factores tales como: cambios en la filosofía de la ciencia, expansión del conocimiento científico, cambios en la metodología, modernización de las teorías referentes a programas de estudio, evolución demográfica, cambios de valores y en las aspiraciones socio-económicas y en el progreso tecnológico.

Se ha propuesto, asimismo, que las exigencias financieras han sido previstas y que han sido determinadas las formas de atenderlas.

#### *La concepción del proyecto*

##### 5. *Un programa nacional para la enseñanza de ciencias*

Las aspiraciones y los objetivos perseguidos por el plan general de desarrollo nacional y por el plan de educación nacional se exponen, someramente y en términos generales, a continuación.

##### 6. *Propósitos generales*

Los propósitos generales del proyecto de desarrollo del programa para la enseñanza de ciencias son los siguientes:

a) Intensificar y perfeccionar la enseñanza de ciencias en el país de acuerdo a las aspiraciones nacionales fundamentales anteriormente definidas;

b) Elaborar un plan de enseñanza científica que comprenda programas actualizados y detallados, planes pedagógicos, manuales de laboratorio y detalle del equipo científico requerido para su funcionamiento, guías y bibliografía para los profesores, y en general, todo tipo de material de información que se considere de utilidad.

Especificar las finalidades y el contenido de la enseñanza, así como la participación que corresponde en ella y a profesores y los resultados esperados con los cursos de ciencia a impartir en los diversos niveles. En una palabra: adoptar los programas a los alumnos de acuerdo a las condiciones determinadas en que se encuentran, a las condiciones futuras del país y a las necesidades individuales.

##### 7. *Estudios de la situación*

El estudio de la situación particular será el que permita establecer el sistema de coordenadas en el cual los propósitos generales se traducirán en los objetivos particulares. Este estudio comprenderá, fundamentalmente, las siguientes etapas:

a) Descripción de la situación actual de la organización y de los métodos de la enseñanza científica en el país, así como de sus características y del papel que juega en la situación nacional.

b) Evaluación de la situación en que se encuentran, en el momento, los recursos en materiales, en locales y espacio, en personal - docente, administrativo y auxiliar - y en tiempo disponible, así como la determinación de las necesidades futuras correspondientes a cada uno de estos rubros.

c) Determinación de las posibilidades de mejorar e incrementar estos recursos de acuerdo con las necesidades previstas;

d) Determinación del medio preescolar que indicará las condiciones en las que puede situarse la enseñanza de ciencias en la escuela primaria y la utilización que de ella pueda hacerse. Determinación de la experiencia científica adquirida anteriormente que indicará el punto de partida de la enseñanza científica, en el caso correspondiente a la enseñanza secundaria.

e) Información sobre el futuro probable de los alumnos en función de sus necesidades individuales, del plan de desarrollo nacional y de criterios tales como: etapas futuras de la educación de los alumnos, necesidades de mano de obra, posibilidades de empleo y evolución de la sociedad a que pertenecen.

f) Acopio de toda otra información significativa para el problema.

#### 8. *Objetivos específicos*

Los objetivos generales deben ser convertidos en objetivos particulares de la situación y para ello:

a) Determinar, en general, el contenido de los planes y programas así como la metodología que estos hagan necesaria, en función de los objetivos propuestos y de la información que, respecto a la situación particular, se obtuvo a través de los estudios realizados con tal fin.

b) Reconocer, establecer y utilizar los criterios necesarios para la adopción o el rechazo de contenidos y de metodología específicos teniendo en cuenta sus posibles interferencias con otros elementos del programa general tales como lenguaje, matemáticas, etc., y considerando también, sus interrelaciones con otras estructuras como las administrativas, sociales, culturales, económicas y con los recursos materiales disponibles.

c) Programar las sucesivas etapas de la institución que por su adecuación, desde el punto de vista lógico y psicológico, conduzca a los resultados deseados.

d) Redactar proyectos de programas de las diversas asignaturas científicas en forma tal que resulten suficientemente claros y precisos para todos sus posibles usuarios, es decir para: 1) aquéllos que estarán encargados de realizar los necesarios ensayos con los alumnos para poder determinar la forma definitiva de los programas; 2) aquéllos a los que se recurrirá a título de asesores (expertos en contenido de planes y programas, expertos en pedagogía, etc.); 3) aquéllos que pondrán definitivamente en acción los programas que se adopten, como resultado de la experimentación; 4) aquellos organismos o instituciones que por sus funciones necesitan conocer los programas, tales como tribunales examinadores, establecimientos de enseñanza superior y agencias de empleos.

e) Evaluar los proyectos de programas en todos sus aspectos.

f) Revisar los proyectos de programas a la luz de las experiencias adquiridas y de los resultados obtenidos en la etapa experimental de la enseñanza y a la luz, asimismo, de las críticas que hubiera dado lugar.

*Plan de operaciones y calendario de actividades*

9. Diversos métodos pueden ser adoptados para la ejecución de un plan de desarrollo de planes de enseñanza. El mejor de esos métodos será el que mejor contemple la situación particular del país interesado.

Algunas de esas posibilidades son:

a) Se puede efectuar un cambio completo de los programas de enseñanza en las clases más elementales del sistema educativo considerado. Este cambio inicial será seguido, inmediatamente, de los cambios completos correlativos en cada una de las clases siguientes, cumplidas por etapas, hasta que todo un nivel de la enseñanza (por ejemplo la enseñanza secundaria) haya sido modificada.

b) Además de operar un cambio completo en la clase más elemental del nivel considerado, se pueden introducir cambios parciales en las clases siguientes. Estos cambios parciales en las clases prepararán a las clases siguientes para los cambios completos que deben experimentar ulteriormente.

c) En lugar de comenzar por la clase inferior del nivel considerado, se introducen cambios parciales o completos en un determinado número de cursos, extendiendo enseñanza el proceso de cambio hacia arriba o hacia abajo, según las circunstancias.

10. *La estructura institucional*

a) Elección y nombramiento de un Director del Proyecto, asignación de un experto internacional al proyecto, cuando este lo requiera, selección y designación del personal administrativo y de secretaría y estructuración del centro o de los centros del proyecto.

b) Definición precisa de las relaciones entre el Proyecto y los diversos organismos competentes en materia de enseñanza de ciencias como ser el Ministerio de Educación, los tribunales examinadores, los establecimientos de enseñanza superior, las escuelas normales, los organismos de investigación e industriales, así como las asociaciones, sociedades e instituciones profesionales.

c) Creación del centro o de los centros de proyecto en el Ministerio de Educación, en un establecimiento de enseñanza superior adecuada, en una escuela normal o en otro organismo gubernamental o privado apto para ello.

d) Creación de comités consultivos para el Proyecto, con representación adecuada de los organismos interesados en la enseñanza científica.

e) Elección de materias y de cursos.

f) Planes para el perfeccionamiento del personal que incluyan, por ejemplo, formación especializada, becas y observadores extraños al proyecto pero pertenecientes a esferas vinculadas al problema.

g) Designación de grupos - tomados de los organismos competentes enumerados anteriormente - encargados de llevar a cabo las tareas de organización, de selección de materias científicas y de estructuración de cursos.

h) Designación de asesores competentes encargados de la crítica y revisión, eventuales, de los elementos que integran el Proyecto.

11. *Medidas complementarias*

a) Distribución de las tareas a realizar entre los grupos, los organismos y las personas vinculadas al Proyecto, a través de reuniones entre el Director y los diversos grupos de trabajo, comisiones y asesores.

b) Elaboración de programas y de calendarios de trabajo.

c) Ajustes, eventualmente necesarios (personal, distribución de tareas, instalaciones, etc.) en los organismos existentes y en la creación de nuevas dependencias.

d) Determinación - en base a los objetivos propuestos - del contenido de cada curso y de los métodos que su desarrollo exige y ediciones experimentales de los manuales escolares de las guías de laboratorios, de los libros para los docentes y de los demás documentos necesarios para la ejecución del Proyecto.

e) Ensayos de ese nuevo material con los alumnos; éstos pueden incluir: formación especializada para los docentes, aprovisionamiento de las escuelas con la documentación y los materiales necesarios y ayuda continúa a los profesores durante los periodos de experimentación.

f) Evaluación de la documentación, acopio y análisis de información detallada.

g) Revisión - cuando sea necesario - de los documentos producidos.

h) Autorización para utilizar y experimentar la nueva documentación dentro del sistema de enseñanza, en el caso en que los otros programas conexos hayan sido puestos en ejecución de acuerdo al esquema general y exhiban sus resultados dentro del plazo previsto.

\* \* \*